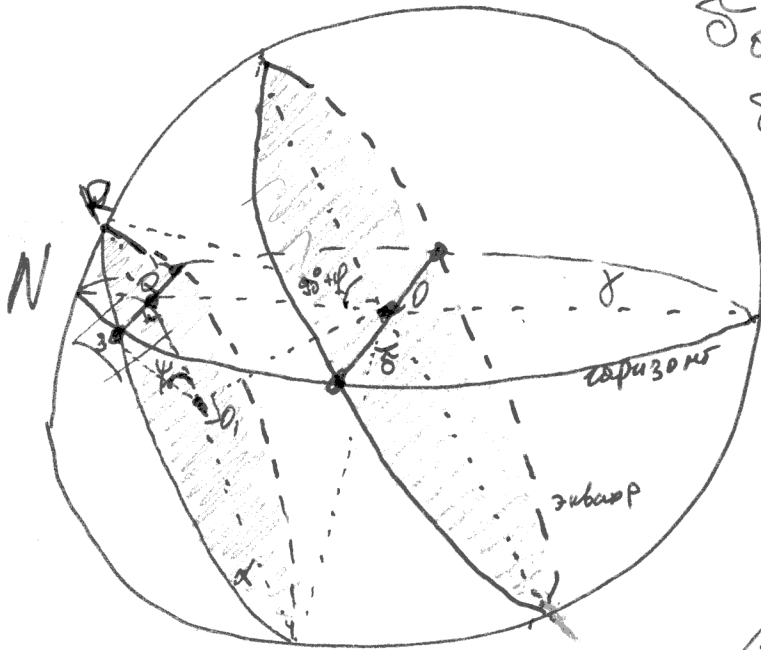


Заметим, что из-за того, что затмение на закате, пересечение горизонта и фотографии Солнца в западной области неба. Т.к. север правее востока, движение Солнца происходило от севера \Rightarrow всё произошло в южном полушарии. ($\varphi < 0^\circ$)



$$\delta_0 = \varepsilon \cdot \sin\left(\frac{N}{360} \cdot 360^\circ\right)$$

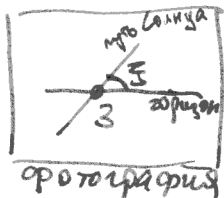
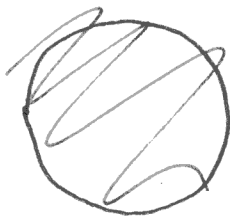
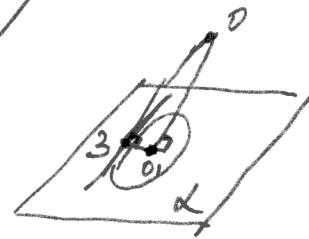
$$\delta_0 \approx \varepsilon \cdot \cos(10^\circ)$$

$$\delta \approx 22,5^\circ \cdot \left(1 - \left(\frac{10}{360} \cdot 2\pi\right)^2 \cdot \frac{1}{2}\right)$$

$$\delta \approx 22,5^\circ \cdot (1 - 0,015312)$$

$$\delta \approx 22,5^\circ - 0,3445^\circ$$

$$\delta \approx 22,15^\circ$$

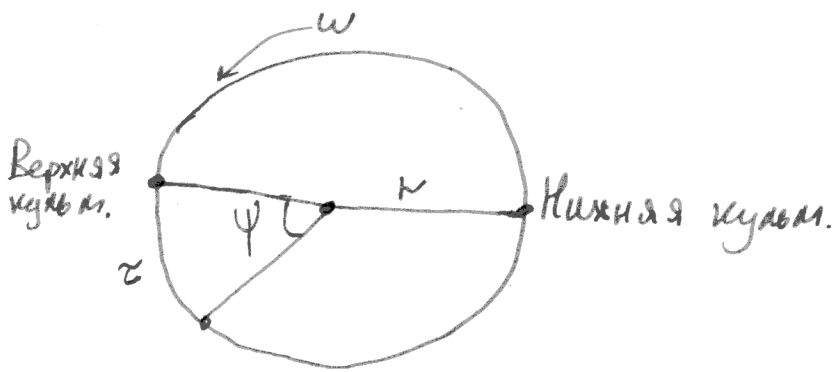


- $OO_1 \perp \alpha$
- $O_1Z \perp$ касательной к w
- $OZ \perp$ касательной
- B' касательная — на плоскости, касат. сфер.

$$\angle(\text{горизонтом; путем Солнца}) = \angle(\alpha; \beta) = 90^\circ + \varphi$$

Значит, если определим на фотографии β , то мы можем получить φ

$$\beta = 58^\circ \Rightarrow \varphi = 90^\circ + \beta = -32^\circ$$



$$\omega = \frac{360^\circ}{24 \text{ h}} = 15^\circ/\text{h}$$

$$\cos \psi = x \Rightarrow M = x \cos \delta$$

$$\cos \psi = \frac{M - QR}{M}$$

$$\cos \psi = 1 - \frac{\sin(58^\circ - \delta)}{\sin 58^\circ}$$

$$\alpha = \frac{\psi}{\omega}$$

$$\alpha \approx \frac{69^\circ}{15^\circ/\text{h}} = 4,6 \text{ h}$$

$$\alpha_{\text{зам м.с.}} = 12 \text{ h} + 4,6 \text{ h} = 16 \text{ h } 36 \text{ m} \approx 16 \text{ h } 40 \text{ m}$$



Замещение прекратилось почти у горизонта (луча дается почти по касательной к поверхности Земли)

$$\Delta \varphi_{\text{л}} = \frac{360^\circ}{2 \text{ сут}} \cdot \frac{\Delta t [\text{ч}]}{24 \text{ h}} \approx \frac{\Delta t [\text{ч}]}{2}$$

$$\rho_{\text{л}} = \frac{6400 \cdot \frac{1}{4}}{180000} = \frac{16}{450} \approx 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

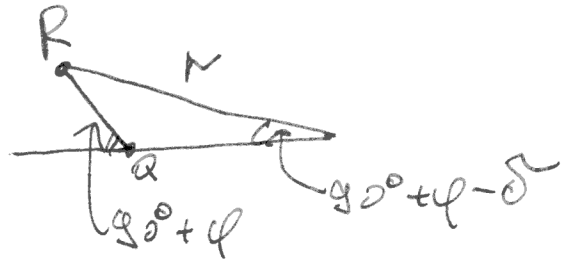
$$\rho_{\theta} = \frac{650 \cdot 10^3}{65 \cdot 10^8} = \frac{65}{65} \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

$$\rho_{\text{л}} \approx \rho_{\theta} \approx 4,25 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

$$\beta \approx 8,5 \cdot 10^{-3} \text{ рад} = 0,4845^\circ$$

$$t_{\text{местное}} = \text{MT} + \frac{\lambda}{15^\circ/\text{h}}$$

$$t_{\text{зам м.с.}} = 20 \text{ h } 40 \text{ m} + \frac{\lambda}{15^\circ/\text{h}}$$



$$\frac{QR}{\sin(90^\circ + \phi - \delta)} = \frac{M}{\sin(90^\circ + \phi)}$$

$$QR = M \cdot \frac{\sin(58^\circ - \delta)}{\sin(58^\circ)}$$

$$\cos \psi = 1 - \frac{\sin(36^\circ)}{\sin(58^\circ)}$$

$$\cos \psi = \frac{\sin 58^\circ - \sin 36^\circ}{\sin 58^\circ} = \frac{2 \sin(\frac{58^\circ - 36^\circ}{2}) \cos(\frac{58^\circ + 36^\circ}{2})}{\sin 58^\circ}$$

$$\cos \psi \approx 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,175 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}/2} = \frac{0,35 \cdot 1,41}{1,73} \approx 0,29$$

$$\cos \psi = 1 - \frac{\psi^2}{2}$$

$$\psi = \sqrt{1,41} \approx 1,2 \text{ рад} \approx 69^\circ$$



$$\Delta t [\text{ч}] = 2 \cdot \Delta \varphi_{\text{л}} = 0,969 \text{ h}$$

$$t_{\text{зам м.с.}} = t_{\text{зам}} - \Delta t \approx 15 \text{ h } 40 \text{ m}$$

$$t_{\text{зам м.с.}} = 20 \text{ h } 40 \text{ m} + \lambda / 15^\circ/\text{h}$$

$$\lambda = 5 \cdot 15^\circ = 75^\circ$$

Вывод: Географ. координаты, 32 ю. ш. 75° з. д.